引用格式：王素梅. 美日“先进存储研究联合体”发展路径与启示. 中国科学院院刊, 2023, 38(3): 455-464, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20221123001.
Wang S M. Evolution and enlightenment of US-Japan “Advanced Storage Research Consortium”. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(3): 455-464, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20221123001. (in Chinese)

美日“先进存储研究联合体”发展路径与启示

王素梅
中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

摘要 在全面推进中国式现代化建设进程中，必须坚持把科技自立自强作为国家发展的战略支撑，科技创新将成为经济高质量发展的主要驱动力。以企业为主体组建的创新联合体作为载体之一，旨在实现创新链和产业链的深度融合，加速科技成果转化为现实生产力，解决科研活动和产业需求脱节问题。文章在回顾总结美国、日本存储行业研究联合体演进的基础上，从演进过程、运行机制、发展战略、项目管理、组织协同、创新生态等方面，对该研究联合体进行剖析并获得重要启示，以期为助力我国创新联合体发展和加快科技强国进程提供管窥之见。

关键词 先进存储研究联合体，研究联合体，创新联合体

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20221123001

存储技术是利用材料的物理化学特性将数据或信息进行记录、保存和读取，以供日常或未来使用的技术。存储技术主要包括光存储、磁存储、半导体存储、DNA 存储，目前商用的存储介质主要有光盘、磁带、机械硬盘（HDD）和固态硬盘（SSD）等。广义的存储技术还包括以 HDD 和 SSD 为基本单元构建的网络存储系统。存储技术形成的数据存力是以数据存储容量为核心，包含性能表现、可靠程度、绿色低碳在内的综合能力，支撑传统产业转型升级、数字经济蓬勃发展和智慧社会加速到来。当今世界，美国、日本两国一直主导和引领存储技术与产业发展，持续推动存储技术知识创造与研究成果的商业化，美国、日本联办的“先进存储研究联合体”（ASRC）[①]，成为全球存储行业新型产学研一体化融合发展的典范。我国存储技术和产业的发展仍处于起步阶段[②]，创新联合体这种发展模式

资助项目：中国科学院科技战略咨询研究院院长青年基金项目（E2X0721Q）
修改稿收到日期：2023 年 3 月 7 日

① ASRC. ASRC overview. [2023-02-11]. http://asrc.idema.org.
② 崔欢欢 . 谢长生教授：存储技术发展的驱动力及生态系统 . (2021-11-25)[2023-02-11]. https://www.doit.com.cn/p/475976.html.

刚刚兴起[1-3]，在科研体制、科研攻关、科研成果转化等方面与国际领先水平存在很大差距，因此研究 ASRC 的发展路径具有重要的借鉴意义和参考价值。

1 演进过程：旨在占领全球存储技术制高点

ASRC 依托国际磁盘驱动器、设备及材料协会（IDEMA）于 2016 年成立，前身是美国的先进存储技术联合体（ASTC）和日本的存储研究促进组织（SRC）。目前，ASRC 会员企业美国希捷（Seagate）、美国西部数据（WD）、日本东芝（Toshiba）形成 HDD 行业三足鼎立局面。根据 Trendfocus 的统计，2020 年全球 HDD 的出货量为 2.6 亿块，年收入 224 亿美元。其中，Seagate、WD、Toshiba 分别出货 1.1 亿块、9 605 万块、5 280 万块，对应容量为 479.99 EB、422.3 EB、116.1 EB③。美国企业 HDD 全球市场份额占 80% 左右，因此本文主要研究和讨论 ASRC 的美国分部。ASRC 的演进过程与国家政策、产业竞争、技术更新迭代、国际战略环境息息相关，经历了项目资金主要来源由政府转向企业、子项目产业崛起和子项目脱离、两国研究联合体合并的 3 次重大转变，形成了特征分明的 4 个发展阶段。

（1）第一阶段（1991—2002 年）：存储行业国际竞争和美国、日本的国家扶持政策推动 NSIC 和 SRC 形成。日本“大规模集成电路计划”（VLSI）（1976—1979 年），开创了政府支持产业技术研究发展的新模式，使日本一度成为全球第一半导体生产大国。为了赶超日本和降低贸易逆差，美国 1984 年批准了《美国国家合作研究法案》（NCRA），1985 年美国、日本等国签订了《广场协议》，促进了美国半导体制造技术战略联盟（Sematech）的成立。美国存储界领军企业效仿 Sematech 于 1991 年创立了 NSIC，目标为增强美国在信息存储行业的国际竞争力，实现途径有：开展高风险的竞争前技术的联合研究、获取政府资助、制定技术发展路线图、将大学研究的价值最大化和为企业发声。它的会员企业仅限于美国本土企业，囊括中小微企业和 100 强企业。截至 2000 年，共有 31 个企业是或曾经是 NSIC 会员企业、28 个大学参与了 NSIC 的 10 个中长期重大研究项目④。日本的 SRC 于 1995 年成立，联合产业和学术界开展存储技术的研发工作。在 NSIC 阶段，HDD 的存储密度由 0.1 Gb/in^2 增长到 10 Gb/in^{2}⑤。

（2）第二阶段（2003—2010 年）：存储行业企业的兼并、贸易的全球化和政府弱扶持促进 NSIC 向 INSIC 转型。2003 年美国、日本联盟全球化战略增加了美国、日本企业之间的渗透和并购，日本企业日立（Hitachi）和索尼（Sony）的加入及政府资助的削减促使 NSIC 于 2003 年重组成为一个包含日本企业的国际化联合体（更名为 INSIC），主要负责组织管理高风险、竞争前、联合攻关的研究项目，制定长期的存储技术和应用路线图，为大学存储技术研究协调和争取经费。截至 2008 年，共有 54 个企业是或曾经是 NSIC/INSIC 会员企业、43 个大学参与了 NSIC/INSIC 的 10 余个中长期重大

③ 中存储. 2020 年全球硬盘出货量：HDD 磁盘同比大幅下降. (2021-02-07)[2023-02-11]. https://www.chinastor.com/market/020KWO2021.html.

④ Rotter S D. Overview of high density recording projects at NSIC. (2000-01-18)[2023-02-11]. http://www.thic.org/pdf/Jan00/nsic.srotter.000118.pdf; Yamashita T. Oral history of Barry Schechtman. (2019-08-08)[2023-02-11]. https://archive.computerhistory.org/resources/access/text/2019/12/102717905-05-01-acc.pdf; Dennison R. Oral history of Paul D. Frank. (2017-10-25)[2023-02-11]. https://archive.computerhistory.org/resources/access/text/2018/07/102740231-05-01-acc.pdf.

⑤ Information Storage Industry Consortium. Tape roadmap INSIC report 2019. [2023-02-11]. https://insic.org/wp-content/uploads/2019/07/INSIC-Applications-and-Systems-Roadmap.pdf.

研究项目[⑥]。此时，SRC 会员企业同样包含了 WD、三星横滨实验室、Seagate 等日本以外的企业。在 INSIC 阶段，HDD 的存储密度由 10 Gb/in^2 增长到 400 Gb/in^2。

（3）第三阶段（2011—2015 年）：美国、日本存储行业大企业的崛起和 SSD 行业的激烈竞争导致 ASTC 应势而生。HDD 产业的迅速发展和企业兼并导致 Seagate、WD 大企业的崛起，同时 HDD 面临 SSD 和其他存储技术的竞争威胁，12 个硬盘领域科技领军企业在 2011 年依托 IDEMA 成立了 ASTC，专注于 HDD 相关技术的研究。ASTC 目标为加速发明到产业化的进程，实现途径有会员企业、大学、实验室之间的有针对性的合作、存储行业供应链的参与和制定 HDD 技术发展路线图。ASTC 已转变成为以企业为主体，联合大学和行业协会，攻克关键核心技术，政府不直接参与技术攻关的产学研用联合体模式，每年支持20—30个大学研究项目[⑦]。在 ASTC 阶段，HDD 的存储密度由 400 Gb/in^2 增长到约 1 Tb/in^2。

（4）第四阶段（2016 年至今）：HDD 和 SSD 的行业竞争态势促成 ASTC 和 SRC 合并组建了 ASRC。HDD 的两大重点发展方向是微波辅助磁记录（MAMR）和热辅助磁记录（HAMR），系统复杂、风险大、难度高。同时，SSD 产业异军突起，具有长期合作基础的 ASTC 和 SRC 于 2016 年正式合并为 ASRC。ASRC 同样依托 IDEMA，主要资助美国和日本大学的研究人员，资助项目的研究范围扩展到 SSD 技术领域。ASRC 以加速发明到产业化为战略目标，实现途径有：资助和指导大学的研究项目、攻克技术中的基础科学难题、协调存储行业供应链以实现效率的最大化、提供可行的技术发展路线图作为会员企业投资和 ASRC 资助项目的参考。ASRC 组织架构与 ASTC 类似，每年支持 30—40 个大学研究项目[⑧]。截至 2020 年，HDD 的存储密度增至 1.3 Tb/in^2，而 HAMR 和 MAMR 的商业化有望进一步增加 HDD 的存储密度。

2 运行机制：构建权责明确、管理高效的组织架构

ASRC 采用简捷、扁平、高互动的管理结构，管理层分别为执行理事会（EC）、筹划指导委员会（SC）和技术委员会（TC）（图 1）。ASRC 最高管理层 EC 只有一个，美国和日本分部各保留自己的 SC 和 TC，以保证工作和预算上的自由度，日常工作中还有专门处理财务和法律问题的行政管理人员。ASRC 按照会员企业存储方面的收入对会员企业进行分级，收取不同的会费，只有前三级会员企业（核心会员企业）产生关键的 EC、SC 和 TC 管理层职位，不同级别的会员企业拥有不同数目的管理层职位名额。

（1）最高决策层——EC：制定和调整 ASRC 发展战略，搭建产业与 ASRC 的桥梁。EC 为联合体的最高领导层和决策层，由一级会员企业的首席技术官（CTO）或高级副总裁（SVP）任职，来自企业的 CTO 和 SVP 结合产业的发展需求和发展方向制定 ASRC 的愿景和使命，即缩短发明到产业化的时间，加速技术创新进程。EC 每半年开一次会，主要职责为调整和批准 SC 提交的研究预算申请、任命 SC 成员。

（2）二级管理层——SC：将发展战略转换为可

⑥ Schechtman B H. The role of future magnetic tape technology for digital archive, preservation and sustainability. (2008-09-22)[2023-02-11]. https://storageconference.us/2008/presentations/1.Monday-DAPS/9.Schechtman.pdf.

⑦ ASTC. Advanced storage technology consortium. [2023-02-11]. http://www.idema.gr.jp/ASTC/ASTC.pdf.

⑧ ASRC. ASRC overview. [2023-02-11]: http://asrc.idema.org.

执行的研究方向，搭建 EC 和 TC 的桥梁。SC 作为第二级管理层，由一级会员企业和二级会员企业的总监（director）任职，每季度开一次会，主要职责为对 EC 提供新项目立项、已有项目修改，以及提出项目范围、规模和预算调整等方面的建议，为 EC 编制和总结大学研究项目的会议活动、研究目标和研究成果；任命 TC 成员，对 TC 提交的项目整体上负责立项、执行指导和监督，以及优化项目的整体布局。

（3）三级管理层——TC：管理、总结和反馈项目研究进展，搭建 ASRC 和大学的桥梁。TC 作为第三级管理层，由前三级会员企业的技术负责人任职，主要负责已资助研究项目的管理和工作总结会的组织。TC 至少每月开一次会，提供项目建议供 SC 参考和批准，管理大学或科研院所的研究项目，每季度向 SC 总结汇报大学或科研院所项目的研究进展。TC 按需求机动设立工作组（WG），可包含非 TC 成员，但没有投票权。WG 分为系统组和功能组。系统组按照记录方式划分，功能组按照每个系统的功能领域划分。系统组主要确定每个系统领域的资助优先级和指导遴选项目，保证每个系统组内项目的协调，监督系统组下的各功能组，制定每个系统技术发展路线图。功能组主要管理大学的研究项目、撰写周期性项目研究进展报告和总结，并反馈给大学，根据资助优先顺序和系统组的指导管理功能组的项目申请过程。

3 发展战略：推进创新链和产业链融合发展

在 ASRC 发展战略的实施中，技术发展路线图的制定是关键和基础。技术发展路线图绘制了产业发展方向，指出关键核心技术，作为包括核心会员企业在内的存储行业产业链上下游企业的研究重点和投资方向。核心会员企业对发展方向和功能子领域进行优先级排序以完成研究方向的遴选过程，作为大学研究人员项目申请的重要参考。值得注意的是，技术发展路线图制定过程的不同环节在具体操作中会有交叉和融合，并非线性执行顺序。

（1）确定存储技术未来发展方向。存储行业发展方向的选择和确定，是 ASRC 的管理层在对行业的经验和理解、以往 HDD 的技术发展路线图、各企业自身的战略规划，以及著名磁学会议如国际磁学会议、磁记录会议的会议报告和会议论文等相关材料综合研判的基础上形成的。2022 年 ASRC 的存储技术的发展方向按预测实现时间的先后顺序依次为垂直磁记录（PMR）、加强 PMR（E-PMR）/MAMR、HAMR、HAMR+ 和 HAMR/3D。

（2）识别存储行业关键核心技术。对不同的研究方向（系统），各系统组汇集来自企业和大学的

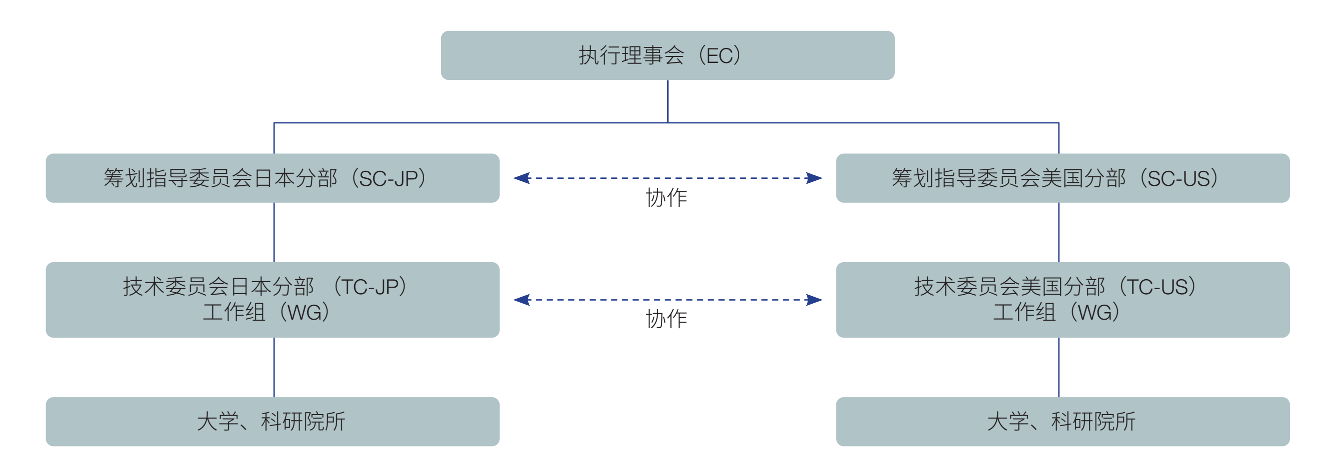


图 1 “先进存储研究联合体”（ASRC）的组织架构

Figure 1 Structure of Advanced Storage Research Consortium (ASRC)

专家对该方向或系统的存储密度和产品上市时间进行预判，功能组从细分功能领域对系统组的预判进行支撑、反馈和调整，同时参考各企业公开或者联合体内可共享的战略规划、会议报告和论文等，分析该系统实现相应存储密度可能采用的技术，并识别出主要技术壁垒或难点，即为关键核心技术。

（3）制定存储行业技术发展路线图。技术发展路线图制定时组织结构上有两级，第一级为总体领导组，负责路线图制定的统筹、监督和领导工作。第二级为系统组和功能组。系统组和功能组并行工作：在系统组撰写“稻草人”草稿的同时，功能组列提纲和研究实现目标可能存在的问题。在系统组完成草稿后，功能组修改和更新该稿，同时撰写功能组细节草稿，并最终完成路线图报告。实际操作中每步之间会有多次电话会议和实体会议的讨论、修改和调整。

（4）对存储技术进行优先级排序和遴选。ASRC核心会员企业从记录系统和功能方向两个维度进行优先级排序，并绘制成矩阵图，在项目申请前将此优先级矩阵图以通知邮件形式发给大学研究人员作为申请项目的参考，研究领域的关注度与最终分配的项目个数高度正相关，从而满足企业和产业的技术需求。

（5）加强存储技术研发机构和会员企业激励。ASRC 注重对大学、研发机构和会员企业的激励，以提高联合体对大学、科研院所和会员企业的吸引力和凝聚力。ASRC 对大学研究人员的项目支持经费可用于项目需要的设备租用或维护，在项目申请中研究人员还可列出使用会员企业的设备需求、与会员企业的技术合作需求，以及预期的学生实习情况。作为会员企业之间合作协同的重要平台，ASRC 在整个供应链和产业链会员企业中指导企业合作研究工作，包括但不限于存储系统新组件或制造工具的规范制定、未来存储技术的工作组协作，以及联合项目研发等，如 HAMR 记录模型的基准测试、二维磁记录（TDMR）通道开发等。

4 项目管理：注重科研知识创造、传播和商业化

ASRC 的功能组与学术领域对应，联合体按照学术领域划分吸引各专业的优秀研究人员申请、承担研究项目。ASRC 设置了多种类、多级别的项目，充分调动存储领域专家参与的积极性，鼓励大学、科研院所与企业联合申请项目，构建对项目直接高效的组织管理模式，同时兼顾公平和研究成果共享。

（1）项目种类：多类别资助方式激励专家人才参与和创新。ASRC 资助项目分为 3 类：① 旅行类项目，主要是鼓励、促进存储行业内研究专家的参与和交流；② 部分资助项目，主要是为了扩展项目的研究范围；③ 全额资助项目，主要研究存储行业的关键技术领域。对于承担不同的资助种类项目的研究人员要求也有不同规定，主要体现在知识产权、研究成果发表、项目汇报等方面。

（2）项目申请：鼓励与企业合作的项目以促进产学研结合。ASRC 强烈鼓励大学或科研院所的研究人员与企业联合申请联合体的研究项目。项目的申请书主要包括技术描述、研究成果时间节点、详细预算（旅行、劳务费、管理费等）、工作基础、工作汇报计划、IP 协议、希望 ASRC 会员企业提供的资源（如技术合作和设备使用需求等）、预期的学生实习情况等。

（3）项目监督：加强动态管理提高项目执行效率和质量。ASRC 对项目的动态监督和管理使会员企业及时了解项目的进展，并向研究人员提供来自企业方的反馈和指导，对项目进行研究方向和进度的动态调整。为了加强与大学研究人员的充分沟通和研究进展汇报，联合体建议项目相关会议或研究进展沟通和汇报的执行频率。每个研究项目会指定一个来自 TC 的

企业负责人，项目的企业负责人每月与研究人员或其学生就研究项目的进展和遇到的问题进行电话会议沟通和交流，大学研究人员每季度向企业负责人提供项目的季度进展报告，每半年在工作总结会上汇报工作进展或结题。

（4）项目成果分配：成果共享和兼顾公平保障各主体权益。不同级别的会员享有不同的研究成果分配。不同级别的会员企业参与的会议及参与会议的人数不同，对项目研究进展（阶段性研究成果）和研究成果的了解程度也不相同。不同资助类型项目制定不同的成果分配方式。在ASRC中，联合体会员企业对全额资助项目的研究成果具有控制权，对部分资助的项目研究成果享有免费使用权。

（5）项目成果转化：加速商业化进程和促进技术更新迭代。ASRC的战略目标为加速发明到产业化的过程。会员企业可通过将对企业的倾斜分配政策获得的研究成果应用到产品的研发之中，促进研究成果的商业化。商业化的时间有长有短，对于基础性、前瞻性和颠覆性的研究成果，如叠层瓦片式磁记录（SMR）、TDMR、HAMR、MAMR等系统性的技术更新，从概念产生到商业化的时间为8—20年，平均约13年[⑨]。

（6）项目评估：短期和中长期评估都注重知识创造与绩效。短期评估主要为项目的结题和考核（ASTC/ASRC阶段）。项目的考核指标决定了项目可能的产出和进度，ASRC对项目的考核指标主要包括工作进展（预期目标的完成情况）、知识的创新、知识产权、新概念和技术的产生、与替代方法的比较、项目完成时间等。中长期评估包括知识的创造和传播，以及研究成果的商业化（NSIC/INSIC阶段先进技术计划ATP为例）。知识的创造和传播指标主要有其他组织对项目技术成就的认可、申请和授予的专利数量、他人引用专利、出版物和演示文稿、合作关系，以及通过新产品和新工艺体现和传播的知识。研究成果的商业化可通过企业对项目目标的追加投资（包括提供的资源）、进入市场的产品和服务、小企业的就业变化或其他显示企业成长的指标、其他组织授予项目负责人的商业成就奖，以及分析师根据其他信息对该技术未来前景的评估等方面进行衡量。

5 组织协同：正确处理同政府、企业、科研机构和行业协会的关系

ASRC作为企业主导的研究联合体，企业是科技创新决策、研发投入、科研组织和成果转化的发展主体。在此前提下，ASRC承担着企业与大学、科研院所合作的纽带作用、对企业参与、投资、研究成果转化的调动和协调作用、对产业链上下游企业间竞争和合作的推动、组织和协调作用，并受到政府的支持、监督和保护。ASRC的运行离不开与政府、企业、科研机构、行业协会等参与主体的组织协同。

（1）与政府的组织协同，充分发挥政府作为支持者和引导者的作用。美国总统科技顾问委员会于2004发布的《维护国家的创新生态体系、信息技术制造和竞争力》和《维护国家的创新生态系统：保持美国科学和工程能力之实力》正式提出创新生态系统的概念，并认为美国在技术和创新、全球经济中的领导地位均得益于精心营造的创新生态系统。美国的创新生态具有市场导向，企业家精神突出，专门机构决策和协调、政产学研多主体合作协同，支撑制度完善等特点，造就了利于ASRC发展的市场环境、治理环境、国际环境和文化环境。

（2）与企业的组织协同，充分发挥企业作为项目出题者的作用。科技领军企业在研究联合体中集聚创

⑨ 作者根据相关数据整理。

新资源，开展产业共性关键技术研发、研究成果转化及产业化、科技资源共享服务。ASRC 在符合国家战略目标的前提下，积极发挥企业的出题者作用，识别关键核心技术，绘制 HDD 行业的技术发展路线图，鼓励“竞争前”技术合作，最大程度避免会员企业之间的竞争，充分调动会员企业的信息共享和项目投入、参与的积极性，鼓励会员企业间的相互合作，促进创新链和产业链的深度融合。

（3）与科研机构的组织协同，充分发挥科研机构作为项目承担者的作用。大学和科研院所在 ASRC 中将基础研究、技术研发、人才培养结合起来，充分发挥其基础研究深厚、学科交叉融合的优势，通过承担联合体研究项目、以基础前沿探索和关键核心技术突破支撑联合体研究项目的知识创新和研究成果转化。大学的研究人员通过参与制定技术发展路线图，与企业联合或单独承担研究项目，编撰存储教材和教授相关课程发挥知识创造、知识传播、知识积累和知识传承的重要作用，为存储行业的长远发展搭建知识的桥梁。

（4）与行业协会的组织协同，充分发挥行业协会作为产业链连接者的作用。行业协会 IDEMA 为 ASRC 法律上的实体依托单位，IDEMA 的会员企业纵穿存储行业的整个产业链，包括 HDD 供应商、设备企业、零部件供应商、存储器件客户和材料供应商等。IDEMA 为 ASRC 在 HDD 产业链上企业之间更广泛的合作和新技术新产品行业标准的制定提供了保障。此外，IDEMA 的国际化背景是 ASTC 和 SRC 的长期合作和最终合并为 ASRC 的基础之一。

6 创新生态：营造开放、稳定、共享、包容的合作环境

美国的创新生态框架和 ASRC 与各参与主体的组织协同形成了 ASRC 创新生态的五大重要支撑点，即健全的科技政策和法律、稳定的研究经费投入、专业多元化的人才队伍、共享信息的网络平台和崇尚创新的文化底蕴，支撑点的“五端发力”造就了 ASRC 开放、稳定、共享、包容的创新生态环境（图 2）。

（1）国家的政策法律保护支持是发展的基础。国家的扶持政策为联合体建立了法律保障，保证研究资源和创新要素的倾斜，研究成果转化、知识产权保护、国际合作章程、反垄断等法律法规的完善是联合体正常运行的基础。美国从 1980 年开始颁布的《史蒂文森-威德勒技术创新法》、《拜-杜法案》、NCRA、《国家合作研究及生产法》等一系列法案推动了美国科技创新和科技成果转化的进程，也为研究联合体的成立和发展提供了法律保护。

（2）长期稳定的研究经费支持是发展的保障。长期稳定的研究经费支持是联合体稳定运行和颠覆性研究项目开展的重要保障。ASRC 的研究经费来源于会员企业每年上缴的会费，会费的约 90% 用于项目经费的支持，但企业会员尤其是核心会员企业战略转移可能导致会员企业的退出，从而引起研究经费的大

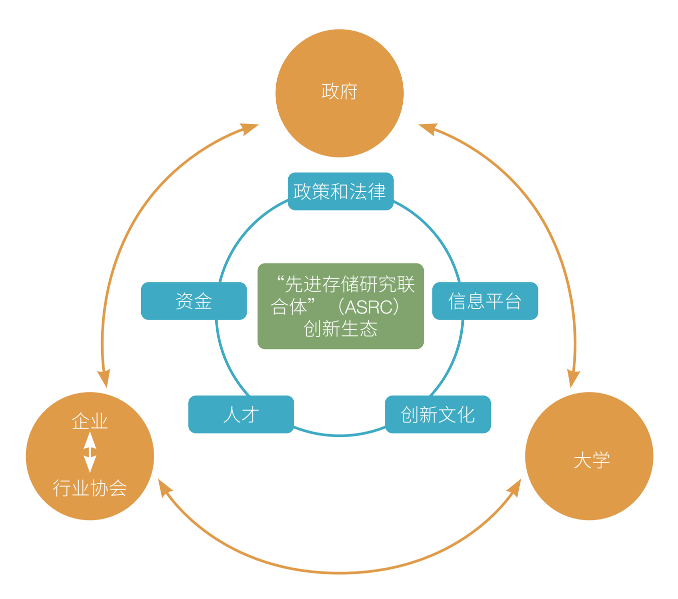


图 2　“先进存储研究联合体”（ASRC）创新生态的参与主体和 5 个支撑点

Figure 2　Participating entities and five support points of Advanced Storage Research Consortium (ASRC) innovation ecosystem

幅波动。吸纳新核心会员企业，保证研究经费的稳定是ASRC的重大挑战和任务之一。反观NSIC/INSIC时期，ATP计划对联合体申请项目资助时限延长至5年（单个企业申请最高资助时限为3年），并可能获得政府的滚动支持。

（3）专业化、多元化的人才队伍是发展的核心。ASRC具有多元化、多层次的人才梯队。国际化的联合体运行离不开专业的、多元化的人才队伍，包括战略科学家、技术人才、管理人才等。ASRC对各类人才进行合理配置，尤其是发挥科技领军人物的项目组织和领导作用。例如，ASRC领军人物Mark Kryder和Mark Kief扎实的理工科背景和丰富的企业、大学工作经验对项目的选题和管理起到了非常重要的作用。网罗全球人才，资助全球范围的科研人员，如来自新加坡、奥地利、英国和中国的人才。注重对研究生的支持和人才的培养，学生或博士后可通过参与项目、业内会议、讲习班、企业实习多种形式建立和产业的连接。

（4）数据库网络系统是发展的信息平台。建立在技术和成果共享基础上的数据库网络系统使ASRC成为存储行业内领军企业和大学研究人员，以及产业链上下游企业的综合信息平台。联合体的网络平台存有项目申请和汇报文档、工作总结会会议报告、法律文件、系统组和功能组相关文档、委员会成员等信息，保证会员企业和管理层对项目进展和联合体的运行及时而全面的了解。

（5）崇尚创新的文化氛围是发展的动力。美国企业锐意创新、富有活力，其创新文化植根于移民文化的冒险精神，提倡竞争和冒险，奖励创新和鼓励利益共享，同时又包容失败。而日本创新文化源于危机感和使命感，强调集思广益、团队协作，以团队创新和集体创新推动企业的系统创新。崇尚创新的文化氛围使得美国、日本两国在存储技术一直处于领先地位，也是ASTC与SRC长期合作、二者合并成功、ASRC发展的内生动力。

7 启示与建议

创新联合体是将政府与市场有机结合，国家宏观战略需求与微观组织诉求高度契合，中央与地方上下深入联动，创新链和产业链深度融合的重要方式之一。我国2021年出台了关于发展创新联合体的政策，各省市、地区创新联合体创建伊始，创新联合体如何发挥融合创新链和产业链的作用还没有定论，根据本文梳理的美国、日本存储行业研究联合体在建立良好联合体创新生态上的经验，针对我国创新联合体的创建和运行，总结以下启示与建议。

（1）完善国家创建创新联合体良好创新生态的政策，提供多方位的有效支持。政府坚持有所为有所不为，对创新联合体的支持主要侧重在宏观引导和扶持。发展多模式的创新联合体，结合我国国情对创新联合体制定组建和配套政策。围绕技术创新、成果转化、科技金融、联合体激励等方面加强政策之间的相互衔接及配套落实，加强创新联合体的创新生态建设。

（2）拓展创新联合体研究项目的资助方式和来源，发展多渠道、多元化的资金资助模式。推动构建创新联合体全方位、多元化、多渠道的技术研发融资体系，畅通创新联合体的市场融资渠道，保证创新联合体长期稳定的经费支持。发挥政府研究经费投入和财税政策的引导作用，带动和吸引社会资本加大对科技创新和成果转化的投入。整合金融创新资源，打造多元化、综合型科技金融服务平台，提高科研经费的透明度，完善监督和审计制度。

（3）建立国家战略与行业技术发展路线图相结合，并部署成体系的大科研项目的选题机制。鼓励创新联合体对行业发展方向和关键核心技术进行技术前瞻和战略规划，制定行业技术发展路线图。参考行业技术发展路线图，部署成体系的国家级科研大项目，

改善以往碎片式的项目申请模式，避免重复性投入，重点支持符合国家战略需求的关键核心技术，优化配置科技资源。

（4）充分发挥创新联合体的协调、沟通平台作用，组织参与主体协同攻关。发挥创新联合体协调沟通的平台作用和政府的协调监督作用，形成各主体功能明确、定位清晰、高效运行、协同互补、开放合作的技术攻关体系。对接国家战略需求，发挥政府的支撑、协调和监督作用；鼓励企业间竞争前技术信息共享，前瞻技术和产业发展方向；通过行业协会等产业组织协调，促进供应链和产业链上相关企业的沟通和合作；充分发挥大学、科研院所知识创造、传播、积累和传承的作用。

（5）培育创新文化，尊重人才和重视人才培养，加强多层次人才梯队的建设。培育尊重知识、尊重人才、崇尚创新、锐意进取、大胆创业、敢冒风险和包容失败的创新文化氛围，实施更加积极、开放、有效的人才政策。调动各类人才的积极性、主动性、创造性。加强企业家的培育和引导，实施领军人才培养和引进工程，重点领域快速培养专业人才、交叉学科人才和高技能人才。探索适应我国国情的人才全周期培育和创新课程方案，优化配置教育资源。

（6）鼓励国际合作，探索国际化的创新联合体的创建和运行模式，融入国际化的创新链和产业链。构建更加开放包容、主体多元、互惠共享、富有活力的国际科技合作环境，加强与世界主要创新国家宽领域、多方向、深层次科技交流合作，形成具有全球竞争力的科技创新生态。鼓励创新联合体牵头组织由各国科学家参与的大科学工程和项目，支持相关企业或机构参加国际产业技术创新联盟和标准化组织，实现创新链和产业链的国际化融合。

致谢 中国科学院科技战略咨询研究院宋大伟、张凤、赵璐、李慧敏、沈华，清华大学韦丹，美日“先进存储研究联合体”技术委员会 Mark Kief 等对本文提出了宝贵的意见和建议，在此谨致谢忱！

参考文献

1 张赤东，彭晓艺. 创新联合体的概念界定与政策内涵. 科技中国, 2021, (6): 5-9.
Zhang C D, Peng X Y. Conceptual definition and policy connotation of the innovation consortium. Technology China, 2021, (6):5-9. (in Chinese)

2 王巍，陈劲，尹西明，等. 高水平研究型大学驱动创新联合体建设的探索：以中国西部科技创新港为例. 科学学与科学技术管理, 2022, 43(4): 21-39.
Wang W, Chen J, Yin X M. Innovation consortium construction driven by high-level research university: A case study of western China and technology innovation Harbour. Science of Science and Management of S.& T., 2022, 43(4): 21-39. (in Chinese)

3 李晋章，张虎翼，薛雷. 基于创新型领军企业建设创新联合体的模式探析. 科技促进发展, 2022, 18(3): 360-366.
Li J Z, Zhang H Y, Xue L. Consortium based on innovative leading enterprises. Science and Technology for Development, 2022, 18(3): 360-366. (in Chinese)

Evolution and Enlightenment of US-Japan "Advanced Storage Research Consortium"

WANG Sumei
(Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract In the process of comprehensively promoting Chinese-style modernization, we must adhere to scientific and technological self-reliance and self-improvement as the strategic support for national development, and scientific and technological innovation is the main driving force for high-quality economic development. As one of the carriers, the innovation consortium formed by enterprises as main entities aims to realize the deep integration of innovation chain and industrial chain, accelerating the transformation of scientific and technological achievements into real productivity, and solving the problem of disconnection between scientific research activities and industrial demand. On the basis of reviewing and summarizing the evolution of the US-Japan Advanced Storage Research Consortium (ASRC), this study analyzes the research consortium from the perspectives of evolution process, operation mechanism, development strategy, project management, organizational collaboration, and innovation ecology and obtains important enlightenment, designating to provide insights for development of the innovation consortium and acceleration of strengthening the country through science and technology.

Keywords Advanced Storage Research Consortium (ASRC), research consortium, innovation consortium

王素梅 中国科学院科技战略咨询研究院副研究员。主要研究领域：科技创新、信息技术、存储技术等。
E-mail: wangsumei@casisd.cn

WANG Sumei Associate Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research focuses on science & technology innovation, information technology, storage technology, etc. E-mail: wangsumei@casisd.cn

■责任编辑：文彦杰